

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-115174

(P 2 0 0 1 - 1 1 5 1 7 4 A)

(43) 公開日 平成13年 4月24日 (2001. 4. 24)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

C10L 3/10

C10J 3/00

C10L 1/32

F02B 43/08

F02C 3/26

ZAB

CRV

C10J 3/00

C10L 1/32

F02B 43/08

F02C 3/26

C10L 3/00

ZAB

CRV

A

Z

K

4D004

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全16頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平11-294078

(22) 出願日

平成11年10月15日 (1999. 10. 15)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 村 田 圭 治

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株

式会社東芝浜川崎工場内

(72) 発明者 山 下 慶次郎

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株

式会社東芝浜川崎工場内

(74) 代理人 100064285

弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

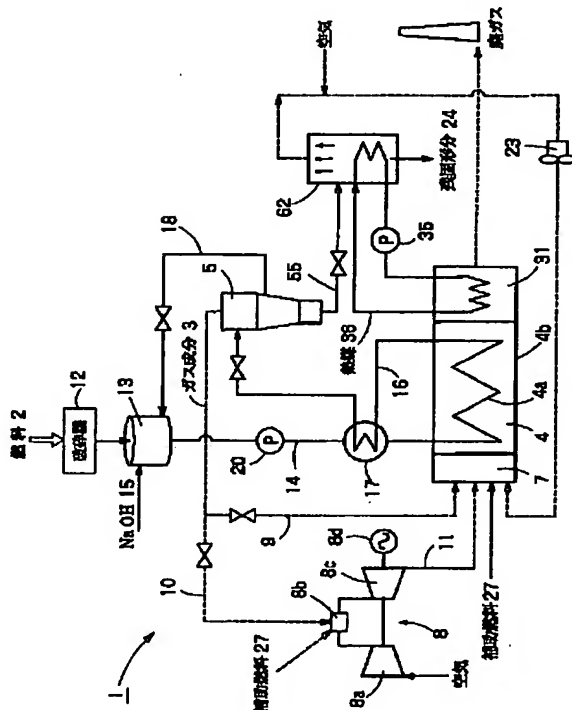
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料処理システム

(57) 【要約】

【課題】 家畜糞などの畜産廃棄物、下水汚泥、生ごみ、食料品製造業廃棄物などのバイオマス、廃プラスチックなどの廃棄物、さらに石炭などの低質化石燃料を、効率良く処理して利用し易い燃料に転換することができる燃料処理システムを提供すること。

【解決手段】 本発明の燃料処理システム1は、スラリ状の燃料を供給する供給装置13と、供給されたスラリ状の燃料を加熱して水熱反応させガス燃料3を生成する反応装置4とを備えている。生成されたガス燃料3は、分離装置5によって、残固形分と残水分とから分離される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】スラリ状の燃料を供給する供給装置と、供給されたスラリ状の燃料を加熱して水熱反応させガス燃料を生成する反応装置と、生成されたガス燃料を残留成分と残水分とから分離する分離装置と、を備えたことを特徴とする燃料処理システム。

【請求項2】スラリ状の燃料を供給する供給装置と、供給されたスラリ状の燃料を加熱して水熱反応させオイル燃料を生成する反応装置と、生成されたオイル燃料を残留成分と残水分とから分離する分離装置と、を備えたことを特徴とする燃料処理システム。

【請求項3】分離装置によって分離された生成燃料を燃焼させる燃焼装置を有し、反応装置は、燃焼装置の燃焼熱を利用するようになってゐることを特徴とする請求項1または2に記載の燃料処理システム。

【請求項4】燃焼装置が発生する燃焼熱を利用して、少なくとも一部の残水分を蒸発処理する廃水蒸発処理装置が設けられたことを特徴とする請求項3に記載の燃料処理システム。

【請求項5】燃焼装置は、発電装置の燃焼器を含んでゐることを特徴とする請求項3または4に記載の燃料処理システム。

【請求項6】燃焼装置は、少なくとも一部の残留成分をも燃焼させるようになってゐることを特徴とする請求項3乃至5のいずれかに記載の燃料処理システム。

【請求項7】燃焼装置には、補助燃料が導入されるようになってゐることを特徴とする請求項3乃至6のいずれかに記載の燃料処理システム。

【請求項8】分離装置には、当該分離装置で分離された残水分を反応装置に環流させる環流管が接続されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の燃料処理システム。

【請求項9】分離装置には、当該分離装置で分離された残留成分を乾燥させる乾燥装置が接続されていることを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の燃料処理システム。

【請求項10】乾燥装置は、燃焼装置が発生する燃焼熱を利用して残留成分を乾燥させるようになってゐることを特徴とする請求項9に記載の燃料処理システム。

【請求項11】反応装置には、ニッケル、アルカリ金属及びアルカリ土類金属のうちのいずれかを含む触媒が充填または導入されるようになってゐることを特徴とする請求項1乃至10のいずれかに記載の燃料処理システム。

【請求項12】反応装置には、水酸化ナトリウムあるいは水酸化カリウムが充填または導入されるようになってゐることを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記

載の燃料処理システム。

【請求項13】反応装置は、スラリ状の燃料に含まれる水を、加圧熱水、超臨界水または亜臨界水の状態とすることを特徴とする請求項1乃至12のいずれかに記載の燃料処理システム。

【請求項14】前記燃料は、バイオマス、廃棄物、石炭のいずれかであることを特徴とする請求項1乃至13のいずれかに記載の発電システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、家畜糞などの畜産廃棄物、下水汚泥、生ごみ、食料品製造業廃棄物などのバイオマス、あるいは廃プラスチックなどの廃棄物、あるいは石炭などの低質燃料を処理して、利用し易い燃料形態に転換する燃料処理システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】牛、豚、鶏といった家畜から排出される糞尿等、いわゆる畜産廃棄物を、メタン発酵により消化処理してメタンガスを回収し、これを原動機を介して発電に利用する燃料処理システムがある。

【0003】このような従来の燃料処理システムについて、図7を用いて説明する。図7は、畜産廃棄物を原料とするメタン発酵・処理システムの概略図である。

【0004】図7に示す燃料処理システムは、畜産廃棄物である糞尿52と希釈水53とが導入される受入槽50と、受入槽50に接続された消化槽51とを備えている。消化槽51は、受入槽50から送られる糞尿52および希釈水53から、発酵（メタン発酵）によって消化ガスを発生させるようになってゐる。

【0005】消化槽51には、ガス管54と残分排出管55とが接続されている。ガス管54は、ガスホルダー56及び脱硫塔57を介して、ガスエンジン発電機58まで伸びている。残分排出管55には、脱水機21が接続されている。脱水機21には、脱水ケーキを排出する排出管59と、脱水機脱離液を排出する排液管60とが接続されている。排液管60には、污水处理装置61が接続されている。

【0006】このような燃料処理システムは、以下のよう

【0007】集められた糞尿52は、一旦、希釈水53と共に受入槽50に貯蔵される。その後、所望の時に消化槽51に送られて発酵する。

【0008】発酵により発生した消化ガスは、ガス管54を介して脱硫塔57に送られ、そこで硫黄分を除去された後、ガスエンジン発電機58に送られて燃焼し、発電に利用される。余剰の消化ガスは、ガスホルダー56に一時的に貯蔵される。

【0009】発酵後の残分は、残分排出管55を介して脱水機21に送られて含水率70%程度まで脱水され、脱水ケーキとなって排出管59から系外に放出され、図

示されない堆肥化施設にて肥料化される。脱水機 21 で絞り取られた脱水脱離液は、排液管 60 を介して污水处理装置 61 に送られ、そこで水処理された後、河川などに放流される。

【0010】図 7 に示すメタン発酵による処理システムでは、消化ガスをガスエンジン発電機 58 の燃料として使用することによって、10-150 kWh/t 糞のエネルギー回収を実現している。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】図 7 に示す燃料処理システムでは、大量の脱水脱離液が発生する。この脱水脱離液の処理には大規模な污水处理装置 61 が必要であるため、設備コストが高くなるという問題がある。また、脱水脱離液の処理には大きなエネルギーを要するため、システム全体のエネルギー効率が良くないという問題もある。

【0012】本発明は、このような点を考慮してなされたものであり、家畜糞などの畜産廃棄物、下水汚泥、生ごみ、食料品製造業廃棄物などのバイオマス、廃プラスチックなどの廃棄物、さらに石炭などの低質化石燃料を、効率良く処理して利用し易い燃料形態に転換することができる燃料処理システムを安価に提供することを目的とする。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、スラリ状の燃料を供給する供給装置と、供給されたスラリ状の燃料を加熱して水熱反応させガス燃料を生成する反応装置と、生成されたガス燃料を残留成分と残水分とから分離する分離装置と、を備えたことを特徴とする燃料処理システムである。

【0014】本発明によれば、スラリ状の燃料を加熱して水熱反応させガス燃料を生成することにより、高効率で安価な燃料処理システムを実現できる。

【0015】また本発明は、スラリ状の燃料を供給する供給装置と、供給されたスラリ状の燃料を加熱して水熱反応させオイル燃料を生成する反応装置と、生成されたオイル燃料を残留成分と残水分とから分離する分離装置と、を備えたことを特徴とする燃料処理システムである。

【0016】本発明によれば、スラリ状の燃料を加熱して水熱反応させオイル燃料を生成することにより、高効率で安価な燃料処理システムを実現できる。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

#### 【0018】第 1 の実施の形態

本発明の第 1 の実施の形態の燃料処理システムについて、図 1 を用いて説明する。図 1 は、第 1 の実施の形態の燃料処理システムの構成概略図である。

【0019】図 1 に示すように、本発明の第 1 の実施の

形態の燃料処理システム 1 は、導入される燃料 2 を水中で反応させて、メタン、水素、二酸化炭素などの合成ガスを発生させる反応装置 4 を備えている。

【0020】反応装置 4 には、接続管 16 を介して、ガス燃料成分 3（合成ガスと水蒸気との混合物）と残留成分 24 と残水分とを分離する分離装置 5 が接続されている。ガス燃料成分 3 に含有される水蒸気の量は、適宜に調整され得る。

【0021】分離装置 5 には、分離装置 5 で分離されたガス成分 3 を燃焼させる燃焼器 7（燃焼装置）と、ガス成分 3 を燃焼させて発電するための発電装置 8 の燃料器 8b（燃焼装置）とが接続されている。分離装置 5 で分離されたガス成分 3 は、配管 9 及び配管 10 を介して、それぞれ燃焼器 7 及び燃焼器 8b に供給されるようになっている。

【0022】発電装置 8 は、圧縮機 8a、燃焼器 8b、ガスタービン 8c 及び発電機 8d を有している。燃焼器 8b には、必要に応じて、補助燃料 27 が供給され得るようになっている。

【0023】発電装置 8 のガスタービン 8c には、その排ガスを燃焼器 7 に導く排ガスダクト 11 が接続されている。燃焼器 7 に供給されたガス成分 3 は、排ガスダクト 11 によって導かれた排ガス中の残存酸素、及び/または、ブロワ 23 で供給された空気で燃焼し、その燃焼ガスは反応装置 4 に導入される。燃焼器 7 には、必要に応じて、補助燃料 27 が供給され得るようになっている。

【0024】本実施形態の反応装置 4 は、熱交換のための表面積を増大すべく複数の反応管 4a とその周囲に形成された燃焼ガス用チャンバ 4b とを有している。反応管 4a には、ニッケル系触媒が充填されており、導入された燃料のガス化反応が促進されるようになっている。

【0025】本実施の形態では、反応装置 4 の反応管 4a への燃料 2 および水の導入は、燃料粉碎機 12、燃料供給装置 13 及びスラリポンプ 20 を介して水スラリの状態で行われるようになっている。すなわち、燃料粉碎機 12 において予め細かく粉碎した燃料 2 と水を、燃料供給装置 13 において混合し、反応に適した含水率（95 重量%程度）の水スラリの状態とし、スラリポンプ 20 を用いて、当該水スラリを配管 14 で反応装置 4 へ送るようになっている。

【0026】本実施の形態では、燃料 2 は、家畜糞などの畜産廃棄物、下水汚泥、生ごみ、食料品製造業廃棄物などのバイオマスである。

【0027】本実施の形態では、水酸化ナトリウム 15 が、脱硫材あるいは触媒として燃料 2 や水と共に燃料供給装置 13 に混入されるようになっている。さらに、触媒として、炭酸ナトリウムを投入してもよい。

【0028】配管 14 のスラリポンプ 20 から反応管 4a に至る途中の部分と、反応管 4a と分離装置 5 とを接

続する接続管16とは、熱交換器17を形成しており、接続管16内を通過する高温物質（ガス燃料3+残固形分24+残水分）の熱エネルギーを、配管14内を通過する物質（燃料2+水+水酸化ナトリウム15）に移すことが可能となっている。

【0029】分離装置5には、分離装置5で分離されたスラリー状の残固形分24を乾燥させるスラリドライヤ62が、残分排出管55を介して、接続されている。スラリドライヤ62には、ポンプ35によって熱媒36（例えば、水）が供給され、残固形分24の乾燥用熱源として使われるようになっている。スラリドライヤ62で温度低下した熱媒36は、熱媒加熱器31において、燃焼排ガスで加熱され、再びスラリドライヤ62に送られるようになっている。

【0030】また、本実施の形態の分離装置5には、分離装置5で分離された残水分を燃料供給装置13に環流させる環流管18が接続されており、環流管18を介して環流される水によって、反応管4aに供給される水スラリーの含水率が調整されるようになっている。

【0031】本実施の形態の反応装置4は、燃料2を、200-500℃の温度、好ましくは300-450℃程度で、100-400atmの圧力、好ましくは200-300atm程度で、反応させるようになっている。また、本実施の形態の反応装置4は、水を加圧熱水、亜臨界水、または超臨界水の状態とすることが可能となっている。

【0032】次に、このような構成よりなる本実施の形態の作用について説明する。

【0033】燃料2、水、水酸化ナトリウム15が燃料供給装置13に導入されると、燃料供給装置13は、これらを混合して水スラリーの状態にする。水スラリーの含水率は、環流管18で環流された水によって調整され、反応に適した範囲90-98重量%、好ましくは95重量%程度となる。この水スラリーは、スラリーポンプによって100-400atm、好ましくは200-300atm程度の圧力まで昇圧され、配管14を介して反応装置4の反応管4aに送られる。水スラリーは、配管14を通過する際に熱交換器17で予熱される。

【0034】反応装置4は、燃焼ガス用チャンバ4b内に充填する燃焼排ガスの熱を利用して、反応管4a内に送られた水スラリーを加熱し、燃料2を水中で反応させる。この時、燃料2と水とは、燃焼排ガスの熱（燃焼排ガスの温度は1000℃前後）によって400℃程度の温度まで昇温し、水は加圧熱水、亜臨界水、超臨界水の状態となり得る。ニッケル系触媒などが共存すれば、バイオマスは、このような比較的低い温度で合成ガスなどに転換することが可能であり、特に、加圧熱水、超臨界水、亜臨界水の中では転換反応が速やかに進む。

【0035】燃料2の水熱反応（燃料2の分解反応、あるいは燃料2と水との反応など）により、メタン、水

素、二酸化炭素などの合成ガスが生成される。この合成ガスと水蒸気とによるガス成分3と、反応せずに残った残固形分24及び残水分とが、高温の状態で反応管4aから配管16へ押し出され、熱交換器17によって水スラリーを予熱させて適度に温度低下した後、分離装置5に送られる。

【0036】分離装置5は、ガス成分3（合成ガスと水蒸気の混合ガス）と残固形分24と残水分とを分離させる。分離装置5の圧力は、ガスタービン圧力程度、すなわち5-30atm程度であるが、装置の構造上、10atm以下が望ましい。合成ガスと水蒸気とが混合してなるガス成分3は、圧力調整された後、配管9及び配管10を介して燃焼器7及び燃焼器8bに供給される。水スラリーの状態で分離された残固形分24は、残分排出管55を介してスラリドライヤ62に送られ、熱媒36によって加熱、乾燥された後、系外に放出される。残固形分24には、反応しなかった有機物の他、硫黄分と水酸化ナトリウムとの反応物である硫化ナトリウムや、燃料2中に含まれていた無機固形物などが含まれる。

【0037】残固形分に含まれていた水分は、水蒸気となって、外部から供給された空気と共にブロウ23によって吸引され、燃焼器7に送られる。スラリドライヤ62において蒸発した水蒸気中には、悪臭の元になる成分が含まれているので、燃焼器に供給して燃焼させてから廃ガスとして大気に放出させるのが望ましい。

【0038】分離装置5で分離された残水分は、環流管18で燃料供給装置13に環流され、水スラリーの含水率の調整に使われる。

【0039】発電装置8は、燃焼器8bに供給されるガス燃料3を、圧縮機8aで圧縮された空気と共に燃焼させ、ガスタービン8c及び発電機8dを回転させて発電を行う。燃焼後の排ガスは、600℃程度の温度を有し、未燃の酸素を含んでいる。この排ガスは、排ガスダクト11を介して燃焼器7に送られ、配管9を介して導入されたガス燃料3と共に燃焼する。燃焼排ガスは反応装置4の燃焼ガス用チャンバ4bに導入され、反応管4a内の水スラリーを加熱する。

【0040】以上のように、本実施の形態によれば、合成ガス（ガス燃料3のための成分）を生成する反応装置4が、ガス燃料3を燃焼させる燃焼器7で発生した燃焼熱を燃焼排ガス熱として利用して燃料2を水中で反応させる構成となっているため、高効率で安価な燃料処理システムを提供できる。なお、燃焼器7の燃焼熱の利用の態様は、例えば他の熱媒を用いた種々の態様を採用してもよい。

【0041】また、反応装置4の反応管4aが複数の管状部材で構成されているため、反応装置4の熱交換効率に優れ、結果的に高効率な燃料処理が可能となる。しかも、このような構成は、噴流床反応器や流動床反応器に比べて、安価である。ただし、水は、加圧熱水、亜臨界

水あるいは超臨界水の状態となり得るため、反応管 4 a 及び接続管 16 等は、そのような過酷な条件に耐え得る様に構成される必要がある。

【0042】また、本実施の形態によれば、生成したガス燃料 3 の一部を発電装置 8 の燃料として用い、得られた電力は所内動力などとして利用する。さらに、発電装置 8 の排ガスを燃焼用空気として利用するので、システム効率をさらに向上させることができる。

【0043】また、燃料であるバイオマスは多量の水を含むが、本実施の形態では、燃焼器 7 での燃焼排ガス熱 10 を利用し、スラリドライヤ 6 2 と熱媒加熱器 3 1 などからなる廃水蒸発処理装置によって余剰の水分を蒸発処理することが可能である。したがって、別の廃水処理設備が不要で、あるいは小型化でき、廃水処理に必要なエネルギーを省略でき、あるいは削減でき、結果的に高効率で安価な燃料処理システムを提供することができる。

【0044】ここで、蒸発処理に必要な熱エネルギーが不足する場合には、燃焼器 7 に補助燃料 2 7 を導入して燃焼させることも可能である。

【0045】また、起動時などのように発電量や熱エネルギーが不足する場合の安定な運転のために、補助燃料 2 7 が発電装置 8 の燃焼器 8 b や燃焼器 7 に導入されることが好ましい。

【0046】また、燃料となるバイオマスの含水率が高く、その燃焼熱で水分を完全蒸発できない場合には、含水率の低いバイオマス（例えば、おがくず、藁など）を事前に混合し、燃料の含水率を下げておくこと（運転条件によって異なるが、例えば 85 重量%以下とすること）が有効である。

【0047】また、本実施の形態では、水が環流管 18 30 を介して環流されるため、環流量を適宜調製して燃料／水の比（すなわち、反応装置に流入するスラリの含水率）を反応に適した値とすることができる。

【0048】さらに、本実施の形態では、燃料 2 と水に加えて、水酸化ナトリウム 1 5 を混入させているため、バイオマスに含まれる硫黄分を硫化ナトリウムなどの態様で、合成ガス生成反応の残固形分 2 4 として除去することができる。

#### 【0049】第 2 の実施の形態

次に、本発明の第 2 の実施の形態の燃料処理システムについて、図 2 を用いて説明する。

【0050】図 2 は、第 2 の実施の形態の燃料処理システムの構成概略図である。図 2 に示すように、本発明の第 2 の実施の形態の燃料処理システム 1 は、第 1 の実施の形態の燃料処理システムにおいて、発電装置 8、配管 1 0 及びガスダクト 1 1 を削除し、分離装置 5 で分離されたガス燃料 3 の全量を燃焼器 7 に供給して燃焼させる構成となっている。

【0051】その他の構成は、図 1 に示す第 1 の実施の形態の発電システムと同様である。第 2 の実施の形態に 50

において、図 1 に示す第 1 の実施の形態と同一の部分には同一の符号を付し詳細な説明は省略する。

【0052】本実施の形態の燃料処理システム 1 は、発電設備を有しない。従って、必要な所内動力を外部より供給する必要があるが、その分より多くの廃水を蒸発処理することができる。したがって、本実施の形態の燃料処理システム 1 は、燃料 2 の含水率が高い場合に適しており、結果として廃水処理設備が不要で、あるいは、小型化でき、廃水処理に必要なエネルギーを省略でき、あるいは削減でき、高効率で安価な燃料処理システムを提供することができる。

【0053】ここで、蒸発処理に必要な熱エネルギーがさらに不足する場合には、燃焼器 7 に補助燃料 2 7 を導入して燃焼させることも可能である。

#### 【0054】第 3 の実施の形態

次に、本発明の第 3 の実施の形態の燃料処理システムについて、図 3 を用いて説明する。

【0055】図 3 は、第 3 の実施の形態の燃料処理システムの構成概略図である。図 3 に示すように、本発明の第 3 の実施の形態の燃料処理システム 1 は、第 1 の実施の形態の燃料処理システムにおいて、燃焼器 7 及び配管 9 を削除し、分離装置 5 で分離されたガス燃料 3 の全量を発電装置（ガスタービン）8 の燃焼器 8 b に供給して燃焼させ、この排ガスで反応装置 4 や熱媒加熱器 3 1 を加熱する構成となっている。

【0056】その他の構成は、図 1 に示す第 1 の実施の形態の発電システムと同様である。第 3 の実施の形態において、図 1 に示す第 1 の実施の形態と同一の部分には同一の符号を付し詳細な説明は省略する。

【0057】本実施の形態の燃料処理システム 1 では、ガス燃料 3 の全量を発電装置 8 の燃料として利用するので、より多くの電力を発生させることができる。したがって、所内動力が大きい場合やシステム外に電力を供給したい場合など、必要な電力量が大きい場合に適している。

#### 【0058】第 4 の実施の形態

次に、本発明の第 4 の実施の形態の燃料処理システムについて、図 4 を用いて説明する。

【0059】図 4 は、本発明の第 4 の実施の形態による燃料処理システムを示す構成概略図である。第 4 の実施の形態において、図 1 に示す第 1 の実施の形態と略同一の部分には同一の符号を付し詳細な説明の一部は省略する。

【0060】図 4 に示すように、本発明の第 4 の実施の形態の燃料処理システム 1 は、導入される燃料 2 と水からオイル燃料 6 を生成させる反応装置 4 を備えている。

【0061】反応装置 4 には、接続管 16 を介して、オイル燃料 6 と残固形分 2 4 と残水分とを分離する分離装置 5 が接続されている。分離装置 5 には、分離装置 5 で

分離されたオイル燃料、すなわち、オイルと水との混合物であるOWM (Oil Water Mixture) 6を燃焼させる燃焼器7 (燃焼装置) と、OWM6を燃焼させて発電するための発電装置8の燃料器8b (燃焼装置) とが接続されている。OWM6は、配管9及び配管10を介して、それぞれ燃焼器7及び燃焼器8bに供給されるようになっている。

【0062】発電装置8は、圧縮機8a、燃焼器8b、ガスタービン8c及び発電機8dを有している。燃焼器8bには、必要に応じて、補助燃料27が供給され得るようになっている。

【0063】発電装置8のガスタービン8cには、その排ガスを燃焼器7に導く排ガスダクト11が接続されている。燃焼装置7に供給されたOWM6は、排ガスダクト11によって導かれた排ガス中の残存酸素で燃焼し、その燃焼ガスは反応装置4に導入される。燃焼器7には、必要に応じて、新たな空気や補助燃料27が供給され得るようになっている。

【0064】本実施形態の反応装置4は、熱交換のための表面積を増大すべく複数の反応管4aとその周囲に形成された燃焼ガス用チャンバ4bとを有している。オイル生成反応は、特別な触媒を必要としないので、第1の実施の形態と異なり、触媒は反応管4a中には充填されていない。

【0065】本実施の形態では、反応装置4の反応管4aへの燃料2および水の導入は、燃料粉碎機12、燃料供給装置13及びスラリポンプ20を介して水スラリの状態で行われるようになっている。すなわち、燃料粉碎機12において予め細かく粉碎した燃料2と水を燃料供給装置13において混合して反応に適した含水率 (95重量%程度) の水スラリの状態とし、スラリポンプ20を用いて、当該水スラリを配管14で反応装置4へ送るようになっている。

【0066】本実施の形態では、燃料2は家畜糞などの畜産廃棄物、下水汚泥、生ごみ、食料品製造業廃棄物などのバイオマスである。

【0067】本実施の形態では、燃料供給装置13において、脱硫材としての水酸化ナトリウム15が、燃料2や水と共に混入されるようになっている。

【0068】配管14のスラリポンプ20から反応管4aに至る途中の部分と、反応管4aと分離装置5とを接続する接続管16とは、熱交換器17を形成しており、接続管16内を通過する高温物質 (オイル燃料6+残固形分24+残水分) の熱エネルギーを、配管14内を通過する物質 (燃料2+水+水酸化ナトリウム15) に移すことが可能となっている。

【0069】また、分離装置5には、分離装置5で分離された残固形分24を脱水する脱水機21が接続されている。脱水機21には、脱水機21で脱水された残固形分24をさらに低い含水率まで乾燥させる乾燥機22が

接続されている。

【0070】また、分離装置5には、分離装置5で分離された残水分を燃料供給装置13に環流させる環流管18が接続されており、環流管18を介して環流された水によって、反応管4aに供給される水スラリの含水率が調整されるようになっている。

【0071】また、分離装置5には、蒸発タワー19が接続されている。蒸発タワー19の下部には、廃水加熱のため蒸発器20を通して蒸発タワー19の上部に戻るサイクル管38が接続されている。このため、分離装置5で分離された残水分の一部は、蒸発タワー19を介して蒸発器20に供給され、反応装置4から排出される燃焼排ガス37によって加熱されて蒸発し、蒸発タワー19に戻って大気に放出されるようになっている。

【0072】本実施の形態の反応装置4は、燃料2を、200-500℃の温度、好ましくは300-400℃程度で、10-600atm、好ましくは100-400atmの圧力で反応させるようになっている。また、本実施の形態の反応装置4は、水を加圧熱水、亜臨界水、または超臨界水の状態とすることが可能となっている。

【0073】次に、このような構成よりなる本実施の形態の作用について説明する。

【0074】燃料2、水、水酸化ナトリウム15が燃料供給装置13に導入されると、燃料供給装置13は、これらを混合して水スラリの状態にする。この水スラリは、スラリポンプによって100-400atm、好ましくは200atm程度の圧力まで昇圧され、配管14を介して反応装置4の反応管4aに送られる。水スラリは、配管14を通過する際に熱交換器17で予熱される。

【0075】反応装置4は、燃焼ガス用チャンバ4b内に充填する燃焼排ガスの熱を利用して、反応管4a内に送られた水スラリを加熱し、燃料2を反応させる。この時、燃料2と水とは、燃焼排ガスの熱 (燃焼排ガスの温度は1000℃前後) によって300-400℃程度の温度まで升温し、水は加圧熱水、亜臨界水、超臨界水の状態となり得る。バイオマスはこのような比較的低い温度でオイルなどに転換することが可能であり、特に、加圧熱水、超臨界水、亜臨界水の中では転換反応が速やかに進む。

【0076】燃料2の水熱反応 (燃料2の分解反応、あるいは燃料2と水との反応など) により、オイル燃料であるOWM6が生成される。このOWM6と、反応せずに残った残固形分24及び残水分とが、高温の状態で反応管4aから配管16へ押し出され、熱交換器17によって水スラリを予熱させて温度低下した後、10atm程度まで減圧されて、分離装置5に送られる。

【0077】分離装置5は、OWM6と残固形分24と残水分とを分離させる。オイルと若干量の水が混合して



なるOWM6は、圧力調整された後、配管9及び配管10を介して燃焼器7及び燃焼器8bに供給される。残固形分24は水スラリー状態で排出管を介して脱水機21に送られる。残固形分24には、反応しなかった有機物の他、硫黄分と水酸化ナトリウムとの反応物である硫化ナトリウムや、燃料2中に含まれていた無機固形物などが含まれる。

【0078】一方、残水分は、環流管18を介して燃料供給装置13に環流されるとともに、残水分の一部は大気圧まで減圧されて蒸発タワー19に送られる。蒸発タワー19に送られた残水分の一部はそのまま蒸発して大気10に放出されるが、残った水分の一部は配管38を介して蒸発器20に送られ、反応装置4を出た燃焼排ガス37によって加熱されて蒸発し、蒸発タワー19に戻って大気に放出される。

【0079】蒸発器20で蒸発した水蒸気は、蒸発タワー19に戻る前に乾燥機22に送られ、脱水機21から供給された残固形分24の乾燥用熱源として使われる。乾燥機22には、乾燥用空気がブロワー23によって送られるようになっており、残固形分24に含まれていた水分を蒸発させ、高湿度空気となって大気に放出される。なお、排出される高湿度空気が悪臭を伴う場合には、この空気を燃焼器7に供給して燃焼させ、廃ガスとして大気に放出することが望ましい。

【0080】分離装置5から蒸発タワー19に送られた残水分中には、微量の燃料分(有機物)が含まれており、蒸発タワー19内において徐々に濃縮されてくる。そこで、蒸発タワー19における残水分の一部は、環流管25を介して燃料供給装置13に環流されることが好ましい。また、脱水機21で絞られた水分は、環流管26を介して燃料供給装置13に環流されることが好ましい。

【0081】乾燥機22で乾燥された残固形分24は、燃焼器7に燃料として供給され得る。その他、種々の補助燃料27が、燃焼器7に供給され得る。ただし、残固形分24を燃焼させる場合には、硫黄分が廃ガス中に含まれる可能性があるので、排煙脱硫装置28を設けることが望ましい。(残固形分24を燃焼させない場合には、図4中に示す排煙脱硫装置28は不要である。)発電装置8は、燃焼器8bに供給されるOWM6を、圧縮機8aで圧縮された空気と共に燃焼させ、ガスタービン8c及び発電機8dを回転させて発電を行う。燃焼後の排ガスは、600℃程度の温度を有し、未燃の酸素を含んでいる。この排ガスは、排ガスダクト11を介して燃焼器7に送られ、配管9を介して導入されたOWM6と共に燃焼する。燃焼排ガスは反応装置4の燃焼ガス用チャンバ4bに導入され、反応管4a内の水スラリーを加熱する。

【0082】以上のように、本実施の形態によれば、オイル(OWM6のための成分)を生成する反応装置4

が、OWM6を燃焼させる燃焼器7で発生した燃焼熱を燃焼排ガス熱として利用して燃料2を水と反応させる構成となっているため、高効率で安価な燃料処理システムを提供できる。なお、燃焼器7の燃焼熱の利用の態様は、例えば他の熱媒を用いた種々の態様を採用してもよい。

【0083】また、反応装置4の反応管4aが複数の管状部材で構成されているため、反応装置4の熱交換効率に優れ、結果的に高効率な燃料処理が可能となる。しかも、このような構成は、噴流床反応器や流動床反応器に比べて、安価である。ただし、水は、加圧熱水、亜臨界水あるいは超臨界水の状態となり得るため、反応装置4及び接続管16等は、そのような過酷な条件に耐え得る様に構成される必要がある。

【0084】特に、本実施の形態によれば、生成したOWMの一部を発電装置8の燃料として用い、得られた電力は所内動力などとして利用する。さらに、発電装置8の排ガスを燃焼用空気として利用するので、燃料処理システムの効率をさらに向上させることができる。

【0085】なお、必要な電力量が大きい場合には、反応装置4で生成したOWMを全てガスタービン8の燃焼器8bに供給して燃焼させ、ガスタービン排ガスを反応装置4や蒸発器20で利用すれば良い。

【0086】また、燃料であるバイオマスは多量の水を含むが、本実施の形態では、燃焼器7での燃焼排ガス熱を利用し、蒸発器20と蒸発タワー19からなる廃水蒸発処理装置によって余剰の水分を蒸発処理することが可能である。したがって、別の廃水処理設備が不要で、あるいは小型化でき、廃水処理に必要なエネルギーを省略でき、あるいは削減でき、結果的に高効率で安価な燃料処理システムを提供することができる。

【0087】ここで、蒸発処理に必要な熱エネルギーが不足する場合には、燃焼器7に残固形分24や補助燃料27を導入して燃焼させることも可能である。

【0088】また、起動時などのように発電量や熱エネルギーが不足する場合の安定な運転のために、補助燃料27が発電装置8の燃焼器8bや燃焼器7に導入されることが好ましい。

【0089】また、本実施の形態では、水が環流管18、25、26を介して環流されるため、環流量を適宜調製して燃料/水の比を反応に適した値とすることができる。

【0090】さらに、本実施の形態では、燃料2と水に加えて、水酸化ナトリウム15を混入させているため、バイオマスに含まれる硫黄分を硫化ナトリウムなどの態様で、オイル生成反応の残固形分24として除去することができる。

【0091】燃料2からのオイル生成反応は、特別な触媒を必要としないため、触媒劣化の心配が無く、汚れたバイオマスなどを燃料とする場合に適している。しかし

ながら、反応管 4 a に、例えばニッケル系触媒を充填しておけば、燃料 2 はガス化され、メタン、水素、二酸化炭素などを主成分とする合成ガスに転換される。この場合にも、オイルが合成ガスに変わるだけで、本実施の形態の燃料処理システムは略同様の作用を奏し、略同様の効果を得ることができる。

#### 【0092】第 5 の実施の形態

次に、本発明の第 5 の実施の形態の燃料処理システムについて、図 5 を用いて説明する。

【0093】図 5 は、第 5 の実施の形態の燃料処理システムの構成概略図である。第 5 の実施の形態において、図 1 に示す第 1 の実施の形態と同一の部分には略同一の符号を付し詳細な説明の一部は省略する。

【0094】図 5 に示すように、本発明の第 5 の実施の形態の燃料処理システム 1 は、導入される燃料 2 を水中で反応させて、メタン、水素、二酸化炭素などの合成ガスを発生させる反応装置 4 を備えている。

【0095】反応装置 4 には、接続管 16 を介して、ガス燃料成分 3（合成ガスと水蒸気との混合物）と残固成分 24 と残水分とを分離する分離装置 5 が接続されている。ガス燃料成分に含有される水蒸気の量は、適宜に調整され得る。

【0096】分離装置 5 には、分離装置 5 で分離されたガス成分 3 を燃焼させる燃焼器 7（燃焼装置）と、ガス成分 3 を燃焼させて発電するための発電装置 8 の燃料器 8 b（燃焼装置）とが接続されている。分離装置 5 で分離されたガス成分 3 は、配管 9 及び配管 10 を介して、それぞれ燃焼器 7 及び燃焼器 8 b に供給されるようになっている。

【0097】発電装置 8 は、圧縮機 8 a、燃焼器 8 b、ガスタービン 8 c 及び発電機 8 d を有している。燃焼器 8 b には、必要に応じて、補助燃料 27 が供給され得るようになっている。

【0098】発電装置 8 のガスタービン 8 c には、その排ガスを燃焼器 7 に導く排ガスダクト 11 が接続されている。燃焼器 7 に供給されたガス成分 3 は、排ガスダクト 11 によって導かれた排ガス中の残存酸素で燃焼し、その燃焼ガスは反応装置 4 に導入される。燃焼器 7 には、必要に応じて、新たな空気や補助燃料 27 が供給され得るようになっていてもよい。

【0099】本実施形態の反応装置 4 は、熱交換のための表面積を増大すべく複数の反応管 4 a とその周囲に形成された燃焼ガス用チャンバ 4 b とを有している。反応管 4 a には、ニッケル系触媒が充填されており、導入された燃料のガス化反応が促進されるようになっている。

【0100】本実施の形態では、反応装置 4 の反応管 4 a への燃料 2 および水の導入は、燃料粉砕機 12、燃料供給装置 13 及びスラリーポンプ 20 を介して水スラリーの状態で行われるようになっている。すなわち、燃料粉砕機 12 において予め細かく粉砕した燃料 2 と水を、燃料

供給装置 13 において混合し、反応に適した含水率（95 重量％程度）の水スラリーの状態とし、スラリーポンプ 20 を用いて、当該水スラリーを配管 14 で反応装置 4 へ送るようになっている。

【0101】本実施の形態では、燃料 2 は家畜糞などの畜産廃棄物、下水汚泥、生ごみ、食料品製造業廃棄物などのバイオマスである。

【0102】本実施の形態では、水酸化ナトリウム 15 が、脱硫材あるいは触媒として燃料 2 や水と共に燃料供給装置 13 に混入されるようになっている。さらに、触媒として、炭酸ナトリウムを投入してもよい。

【0103】配管 14 のスラリーポンプ 20 から反応管 4 a に至る途中の部分と、反応管 4 a と分離装置 5 とを接続する接続管 16 とは、熱交換器 17 を形成しており、接続管 16 内を通過する高温物質（ガス燃料 3 + 残固成分 24 + 残水分）の熱エネルギーを、配管 14 内を通過する物質（燃料 2 + 水 + 水酸化ナトリウム 15）に移すことが可能となっている。

【0104】分離装置 5 には、配管 32 を介して、廃水処理反応装置 30 が接続されている。廃水処理反応装置 30 は、基本的に反応装置 4 と同様の構造で、熱交換のための表面積を増大すべく複数の反応管 30 a とその周囲に形成された燃焼ガス用チャンバ 30 b とを有している。反応管 30 a には、ニッケル系触媒が充填されている。

【0105】分離装置 5 で分離された残水分中には、未反応の有機成分が微量ではあるが含まれている。残水分中の有機成分は、反応管 30 a において、反応装置 4 から排出される燃焼排ガス 37 の有する熱エネルギーにより、反応してガス化処理される。

【0106】廃水処理反応装置 30 の反応管 30 a には、接続管 33 を介してフラッシュタンク 34 が接続されている。残水分とその反応によって発生した微量のガス成分は、接続管 33 を介してフラッシュタンク 34 に導入され、減圧される。その結果、残水分の一部は蒸発し、微量のガス成分と共に大気へ放出される。

【0107】廃水処理反応装置 30 により規定値以下まで有機成分を除去された廃水は、フラッシュタンク 34 から廃水ポンプ 39 によって河川などに放流される。

【0108】配管 32 の分離装置 5 から廃水処理反応装置 30 に至る途中の部分と、反応管 30 a とフラッシュタンク 34 とを接続する接続管 33 とは、熱交換器 29 を形成しており、接続管 33 内を通過する高温物質の熱エネルギーを、配管 32 内を通過する物質に移すことが可能となっている。

【0109】分離装置 5 には、分離装置 5 で分離された残固成分 24 を脱水する脱水機 21 が接続されている。脱水機 21 には、脱水機 21 で脱水された残固成分 24 をさらに低い含水率まで乾燥させる乾燥機 22 が接続されている。



【0110】乾燥機22には、ブロワー23によって空気が供給され、当該空気が残固形分24中の水分を蒸発させ、高湿度空気となって流出する。また乾燥機22には、ポンプ35によって熱媒36（例えば、水）が供給され、残固形分24の乾燥用熱源として使われる。乾燥機22で温度低下した熱媒36は、熱媒加熱器31において、廃水処理反応装置30の燃焼ガス用チャンバ30bを出た燃焼排ガス37で加熱され、再び乾燥機22に送られる。

【0111】なお、乾燥機22から排出される高湿度空気が悪臭を伴う場合には、この空気を燃焼器7に供給して燃焼させ、廃ガスとして排出することが望ましい。

【0112】また、本実施の形態の分離装置5には、分離装置5で分離された残水分を燃料供給装置13に環流させる環流管18が接続されており、環流管18内を介して環流される水によって、反応管4aに供給される水スラリの含水率が調整されるようになっている。

【0113】本実施の形態の反応装置4は、燃料2を、200～500℃の温度、好ましくは300～450℃程度で、100～400atmの圧力、好ましくは200～300atm程度で、反応させるようになっている。また、本実施の形態の反応装置4は、水を加圧熱水、亜臨界水、または超臨界水の状態とすることが可能となっている。

【0114】次に、このような構成よりなる本実施の形態の作用について説明する。

【0115】燃料2、水、水酸化ナトリウム15が燃料供給装置13に導入されると、燃料供給装置13は、これらを混合して水スラリの状態にする。この水スラリは、スラリポンプによって100～400atm、好ましくは200～300atm程度の圧力まで昇圧され、配管14を介して反応装置4の反応管4aに送られる。水スラリは、配管14を通過する際に熱交換器17で予熱される。

【0116】反応装置4は、燃焼ガス用チャンバ4b内に充填する燃焼排ガスの熱を利用して、反応管4a内に送られた水スラリを加熱し、燃料2を反応させる。この時、燃料2と水とは、燃焼排ガスの熱（燃焼排ガスの温度は1000℃前後）によって400℃程度の温度まで昇温し、水は加圧熱水、亜臨界水、超臨界水の状態となり得る。ニッケル系触媒が共存すれば、バイオマスは、このような比較的低い温度で合成ガスに乾燥換することが可能であり、特に、加圧熱水、超臨界水、亜臨界水の中では転換反応が速やかに進む。

【0117】燃料2の分解反応や燃料2と水との反応などにより、メタン、水素、二酸化炭素などの合成ガスが生成される。この合成ガスと水蒸気とによるガス成分3と、反応せずに残った残固形分24及び残水分は、高温の状態で反応管4aから配管16へ押し出され、熱交換器17によって水スラリを予熱させて温度低下した後、

分離装置5に送られる。

【0118】分離装置5は、ガス燃料3（合成ガスと水蒸気との混合ガス）と残固形分24と残水分とを分離させる。合成ガスと水蒸気とが混合してなるガス成分3は、圧力調整された後、配管9及び配管10を介して燃焼器7及び燃焼器8bに供給される。残固形分24は排出管を介して脱水機21に送られる。残固形分24には、反応しなかった有機物の他、硫黄分と水酸化ナトリウムとの反応物である硫化ナトリウムや、燃料2中に含まれていた無機固形物などが含まれる。

【0119】分離装置5で分離された残水分は、環流管18で燃料供給装置13に環流され、水スラリの含水率の調整に使われる。残水分中には微量の有機物が含まれており、そのままでは河川などに放流することができない。そこで、残水分の一部は、配管32を介して廃水処理反応装置30に送られ、残存有機物が処理される。すなわち、残水分中の微量の未反応有機物は、廃水処理反応装置30の反応管30aで分解・ガス化処理されてから、接続管33を介してフラッシュタンク34から大気に放出される。

【0120】配管33を流れる廃水は、途中、熱交換器29でその熱エネルギーを配管32を流れる残水分に与え、それ自身は温度低下する。フラッシュタンク34に送られた廃水の一部は蒸発して大気に放出されるが、残った水分は廃水として河川などに放流される。

【0121】本実施の形態では、分離装置5で分離された水スラリ状の残固形分24は、脱水機21で脱水され、脱水後の残固形24が乾燥機22に送られる。一方、脱水機21で絞られた水分は、配管26を介して燃料供給装置13あるいは分離装置5に環流される。

【0122】乾燥機22には、乾燥用空気がブロワー23によって送られ、当該乾燥用空気が残固形分24に含まれていた水分を蒸発させ、高湿度空気となって大気に放出される。

【0123】乾燥用の熱エネルギーは熱媒36によって供給される。熱媒36は、熱媒加熱器31において燃焼排ガス37で加熱され、ポンプ35で乾燥機22に供給される。

【0124】乾燥機22で乾燥された残固形分24は、燃焼器7に燃料として供給され得る。その他、種々の補助燃料27が、燃焼器7に供給され得る。ただし、残固形分24を燃焼させる場合には、硫黄分が廃ガス中に含まれる可能性があるため、排煙脱硫装置28を設けることが望ましい。

【0125】発電装置8は、燃焼器8bに供給されるガス燃料3を、圧縮機8aで圧縮された空気と共に燃焼させ、ガスタービン8c及び発電機8dを回転させて発電を行う。燃焼後の排ガスは、600℃程度の温度を有し、未燃の酸素を含んでいる。この排ガスは、排ガスダクト11を介して燃焼器7に送られ、配管9を介して導

入されたガス燃料と共に燃焼する。燃焼排ガスは反応装置 4 の燃焼ガス用チャンバ 4 b に導入され、反応管 4 a 内の水スラリを加熱する。

【0126】反応装置 4 を出た燃焼排ガス 3 7 は、廃水処理反応装置 3 0 と熱媒加熱器 3 1 を通って排出される。

【0127】以上のように、本実施の形態によれば、合成ガス（ガス燃料 3 のための成分）を生成する反応装置 4 が、ガス燃料 3 を燃焼させる燃焼器 7 で発生した燃焼熱を燃焼排ガス熱として利用して燃料 2 を水と反応させる構成となっているため、高効率で安価な燃料処理システムを提供できる。なお、燃焼器 7 の燃焼熱の利用の態様は、例えば他の熱媒を用いた種々の態様を採用してもよい。

【0128】また、反応装置 4 の反応管 4 a が複数の管状部材で構成されているため、反応装置 4 の熱交換効率に優れ、結果的に高効率な燃料処理が可能となる。しかも、このような構成は、噴流床反応器や流動床反応器に比べて、安価である。ただし、水は、加圧熱水、亜臨界水あるいは超臨界水の状態となり得るため、反応装置 4 及び接続管 1 6 等は、そのような過酷な条件に耐え得る様に構成される必要がある。

【0129】本実施の形態によれば、廃水処理反応装置 3 0 が、ガス燃料 3 を燃焼させる燃焼器 7 で発生した燃焼熱（燃焼排ガス熱）を利用して、残水分中に含まれる有機物を反応させ、ガス化処理する構成となっているため、処理後の廃水を河川などに放流することが可能である。従って、特に、燃料 2 の含水率が高く、燃料 2 の燃焼熱だけで余剰の水分を蒸発処理できない場合でも、高効率で安価な燃料処理システムを提供できる。

【0130】本実施の形態によれば、燃料処理して得られたガス燃料 3 の一部を発電装置 8 に供給して発電し、これをシステムの所内動力などとして利用できるので、さらに高効率な燃料処理が可能となる。

【0131】なお、必要な電力量が大きい場合には、反応装置 4 で生成したガス燃料 3 を全て発電装置 8 の燃焼器 8 b に供給して燃焼させ、発電装置（ガスタービン）の排ガスを反応装置 4、廃水処理反応装置 3 0、熱媒加熱器 3 1 で利用すれば良い。

【0132】また、本実施の形態によれば、水が環流管 1 8、2 6 を介して環流されるため、環流量を適宜調整して燃料／水の比を反応に適した値とすることができ

る。

【0133】さらに、本実施の形態によれば、燃料 2 と水に加えて、水酸化ナトリウム 1 5 を混入させているため、バイオマスに含まれる硫黄分を硫化ナトリウムなどの態様で、残固形分 2 4 として除去することができる。

【0134】また、起動時などのように発電量や熱エネルギーが不足する場合の安定な運転のために、補助燃料 2 7 が発電装置 8 の燃焼器 8 b や燃焼器 7 に導入される

ことが好ましい。

#### 【0135】第 6 の実施の形態

次に、本発明の第 6 の実施の形態の燃料処理システムについて、図 6 を用いて説明する。図 6 は、第 6 の実施の形態の燃料処理システムの構成概略図である。第 6 の実施の形態において、図 1 に示す第 1 の実施の形態と略同一の部分には同一の符号を付し詳細な説明の一部は省略する。

【0136】図 1 6 に示すように、本発明の第 6 の実施の形態の燃料処理システム 1 は、導入される石炭 4 0 と水 4 1 とを反応させて、水素、一酸化炭素、メタンなどの合成ガスを発生させる反応装置 4 を備えている。

【0137】反応装置 4 には、接続管 1 6 を介して、ガス燃料成分 3（合成ガスと水蒸気との混合物）と残固形分であるチャー 4 2 と残水分とを分離する分離装置 5 が接続されている。ガス燃料成分 3 に含有される水蒸気量は、適宜に調整され得る。

【0138】分離装置 5 には、分離装置 5 で分離されたガス成分 3（合成ガスと水蒸気との混合物）を燃焼させて発電する発電装置 8 の燃焼器 8 b が接続されている。発電装置 8 は、圧縮機 8 a、燃焼器 8 b、ガスタービン 8 c 及び発電機 8 a を有している。ガス成分 3 は、配管 1 0 を介して、燃焼器 8 b に供給される。

【0139】発電装置 8 のガスタービン 8 c には、その排ガスを燃焼器 7 に導く排ガスダクト 1 1 が接続されている。分離装置 5 で分離されたチャー 4 2 は、燃焼器 7 に供給され、排ガスダクト 1 1 によって導かれた排ガス中の残存酸素や別に供給された空気によって燃焼し、その燃焼ガスが反応装置 4 に導入される。

【0140】本実施形態の反応装置 4 は、熱交換のための表面積を増大すべく複数の反応管 4 a とその周囲に形成された燃焼ガス用チャンバ 4 b とを有している。

【0141】本実施の形態では、反応装置 4 の反応管 4 a への石炭 4 0 および水 4 1 の導入は、燃料粉砕機 1 2、燃料供給装置 1 3 及びスラリポンプ 2 0 を介して水スラリの状態で行われるようになっている。すなわち、燃料粉砕機 1 2 において予め細かく粉砕した燃料 2 と水を、燃料供給装置 1 3 において混合し、反応に適した含水率（95 重量％程度）の水スラリの状態とし、スラリポンプ 2 0 を用いて、当該水スラリを配管 1 4 で反応装置 4 へ送るようになっている。

【0142】本実施の形態では、燃料供給装置 1 3 において、炭酸ナトリウム 4 9（あるいは、炭酸カルシウム）が石炭 4 0 や水 4 1 と共に混入されるようになっている。炭酸ナトリウム（あるいは、炭酸カルシウム）は、ガス化反応の触媒として作用する。また、炭酸ナトリウムの代わりに酸化カルシウムを供給すれば、反応管 4 a 中の二酸化炭素と反応して炭酸カルシウムとなる。このとき発生する熱は、その場で石炭のガス化反応に利用でき、ガス化反応をいっそう促進することができる。

【0143】配管14のスラリポンプ20から反応管4aに至る途中の部分と、反応管4aと分離装置5とを接続する接続管16とは、熱交換器17を形成しており、接続管16内を通過する高温物質（ガス燃料3+チャー42+残水分）の熱エネルギーを、配管14内を通過する物質（石炭40+水41+炭酸ナトリウム49）に移すことが可能となっている。

【0144】反応装置4には、ボイラー43が、直接接続されている。ボイラー43は、熱交換のための表面積を増大すべく複数の蒸発管43aとその周囲に形成されたチャンバ43bとを有している。蒸発管43aに供給される水47が、チャー42を燃焼させて得られた燃焼ガスによって加熱されて蒸発する。この蒸発により発生した水蒸気48は、蒸気タービン44aに導入され、蒸気タービン44a及び発電機44bを回転させて発電させた後、復水器45に入る。水蒸気48は復水器45で凝縮して水47となり、ポンプ46によって再びボイラー43の蒸発管43aに戻る。

【0145】反応装置4あるいはボイラー43から排出された廃ガスは、排煙脱硫装置28に導入され、ここで硫黄分を除去された後、放出される。

【0146】また、本実施の形態の分離装置5には、分離装置5で分離された残水分を燃料供給装置13に環流させる環流管18が接続されており、環流管18を介して環流される水によって、反応管4aに供給される水スラリの含水率が調整されるようになっている。

【0147】本実施の形態の反応装置4は、石炭40と水41とを、300-800℃の温度、200-600atm好ましくは200-300atm程度の圧力で、反応させるようになっている。また、本実施の形態の反応装置4は、水を加圧熱水、亜臨界水、超臨界水または水蒸気の状態とすることが可能となっている。

【0148】次に、このような構成よりなる本実施の形態の作用について説明する。

【0149】石炭40、水41、炭酸ナトリウム49が燃料供給装置13に導入されると、燃料供給装置13は、これらを混合して水スラリの状態にする。この水スラリは、スラリポンプによって200-300atm程度の圧力まで昇圧され、配管14を介して反応装置4の反応管4aに送られる。水スラリは、配管14を通過する際に熱交換器17で予熱される。

【0150】反応装置4は、燃焼ガス用チャンバ4b内に充填する燃焼排ガスの熱を利用して、反応管4a内に送られた水スラリを加熱し、石炭40と水41とを反応させる。この時、石炭40と水41とは、燃焼排ガスの熱（燃焼排ガスの温度は1000℃前後）によって昇温し、水は加圧熱水、亜臨界水、場合によっては超臨界水の状態となり得る。

【0151】石炭40と水41との反応により、水素、一酸化炭素、メタンなどの合成ガスが生成される。この

合成ガスと水蒸気とによるガス成分3と、反応せずに残ったチャー42及び残水分は、高温の状態で反応管4aから配管16へ押し出され、熱交換器17によって水スラリを予熱させて温度低下した後、分離装置5に導入される。

【0152】分離装置5の圧力は30atm程度であり、残水分の一部は減圧蒸発する。この水蒸気と合成ガスとが混合してなるガス成分3は、配管10を介して燃焼器8bに供給される。一方、残固形分であるチャー42は、燃焼器7に供給されて燃焼する。分離装置5で蒸発せずに残った残水分は、環流管18で燃料供給装置13に環流され、水スラリの含水率の調整に使われる。

【0153】発電装置8は、燃焼器8bに供給されるガス燃料を、圧縮機8aで圧縮された空気と共に燃焼させ、ガスタービン8c及び発電機8dを回転させて発電を行う。燃焼後の排ガスは、600℃程度の温度を有し、未燃の酸素を含んでいる。この排ガスは、排ガスダクト11を介して追加の空気と共に燃焼器7に送られ、チャー42の燃焼に使われる。この燃焼によって生じた燃焼排ガスは、反応装置4の反応管4aおよびボイラー43の蒸発管43aの加熱に使われる。

【0154】以上のように、本実施の形態によれば、合成ガスを生成する反応装置4が、ガス化した後の残固形分であるチャー42を燃焼させる燃焼器7で発生した燃焼排ガス熱を利用して石炭40と水41とを反応させる構成となっているため、高効率で安価な燃料処理システムを提供できる。

【0155】特に、反応装置4の反応管4aが複数の管状部材で構成されているため、反応装置4の熱交換効率に優れ、結果的に高効率な燃料処理が可能となる。しかも、このような構成は、噴流床反応器や流動床反応器に比べて、安価である。ただし、水は、加圧熱水、亜臨界水あるいは超臨界水の状態となり得るため、反応装置4及び接続管16等は、そのような過酷な条件に耐え得る様に構成される必要がある。

【0156】本実施の形態によれば、石炭40を構成する比較的ガス化し易い部分を低温でガス化し、これを燃料としてガスタービン発電する。さらに、ガス化した後の残分であるチャー42をガスタービンの排ガスで燃焼させ、その燃焼熱をガス化反応や蒸気タービン用の水蒸気発生に利用する。したがって、本実施の形態の燃料処理システムを用いれば、石炭ガス化複合発電（IGCC）等と同程度に高効率で、しかも設備コストがはるかに安価な発電が可能となる。

【0157】また、本実施の形態によれば、水が環流管18を介して環流されるため、環流量を適宜調整して水スラリの石炭/水の比をガス化反応に適した値とすることができる。

【0158】また、起動時などのように発電量や熱エネルギーが不足する場合の安定な運転のために、補助燃料

が発電装置 8 の燃焼器 8 b や燃焼器 7 に導入されることが好ましい。

【0159】なお、燃料として石炭を例示したが、これに代わって、廃プラスチックのような廃棄物を用いてもよい。

【0160】

【発明の効果】本発明によれば、スラリ状の燃料を加熱して水熱反応させガス燃料を生成することにより、高効率で安価な燃料処理システムを実現できる。

【0161】あるいは、本発明によれば、スラリ状の燃料を加熱して水熱反応させオイル燃料を生成することにより、高効率で安価な燃料処理システムを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態による燃料処理システムを示す概略図。

【図 2】本発明の第 2 の実施の形態による燃料処理システムを示す概略図。

【図 3】本発明の第 3 の実施の形態による燃料処理システムを示す概略図。

【図 4】本発明の第 4 の実施の形態による燃料処理システムを示す概略図。

【図 5】本発明の第 5 の実施の形態による燃料処理システムを示す概略図。

【図 6】本発明の第 6 の実施の形態による燃料処理システムを示す概略図。

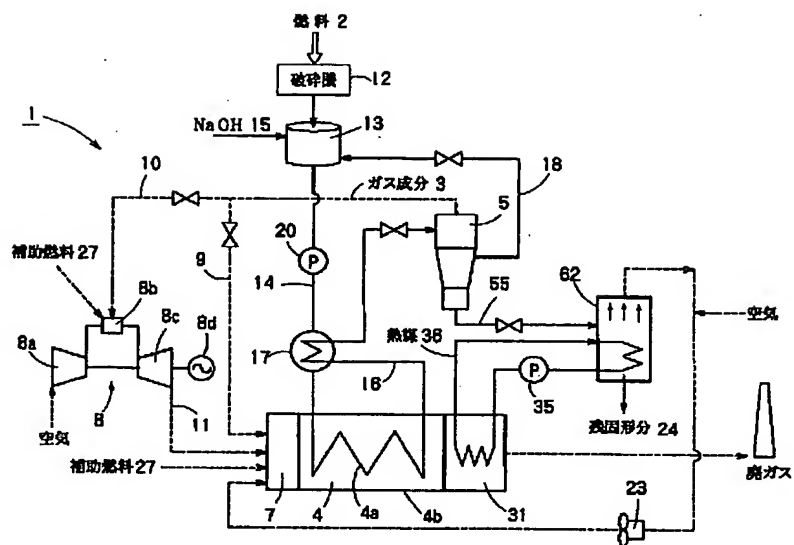
【図 7】従来の燃料処理システムを示す概略図。

【符号の説明】

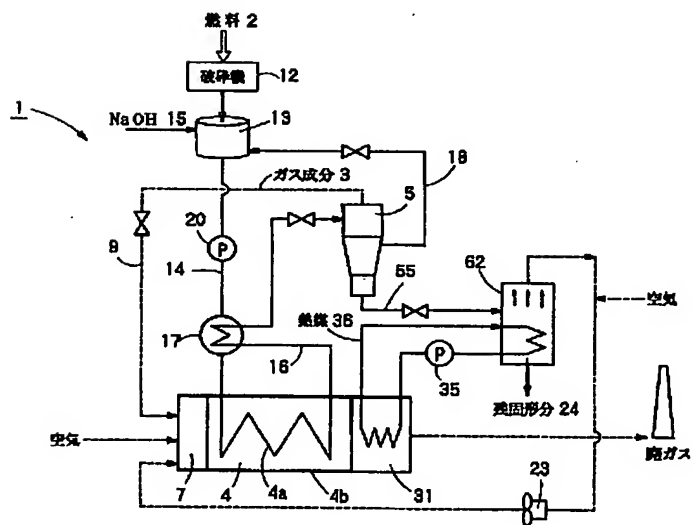
- 1 燃料処理システム
- 2 燃料
- 3 ガス成分
- 4 反応装置
- 4 a 反応釜
- 4 b 燃焼ガス用チャンバ
- 5 分離装置
- 6 OWM
- 7 燃焼装置
- 8 発電装置
- 8 a 圧縮機
- 8 b 燃焼機
- 8 c ガスタービン
- 8 d 発電機
- 9 配管
- 10 配管
- 11 排ガス用ダクト

- 12 燃料破砕機
- 13 燃料供給装置
- 14 配管
- 15 水酸化ナトリウム
- 16 接続管
- 17 熱交換器
- 18 環流管
- 19 蒸発タワー
- 20 蒸発器
- 21 脱水機
- 22 乾燥機
- 23 ブロー
- 24 残固形分
- 25 環流管
- 26 環流管
- 27 補助燃料
- 28 排煙脱硫装置
- 29 熱交換器
- 30 廃水処理反応装置
- 30 a 反応管
- 31 b 燃焼ガス用チャンバ
- 31 熱媒加熱器
- 32 配管
- 33 接続管
- 34 フラッシュタンク
- 35 熱媒ポンプ
- 36 熱媒
- 37 燃焼排ガス
- 38 配管 (サイクル管)
- 39 廃水ポンプ
- 40 石炭
- 41 水
- 42 チャー
- 43 ボイラ
- 43 a 蒸発管
- 43 b チャンバ
- 44 蒸気タービン
- 44 b 蒸気ガスタービン
- 44 h 発電機
- 45 復水器
- 46 ポンプ
- 47 水
- 48 水蒸気
- 49 炭酸ナトリウム

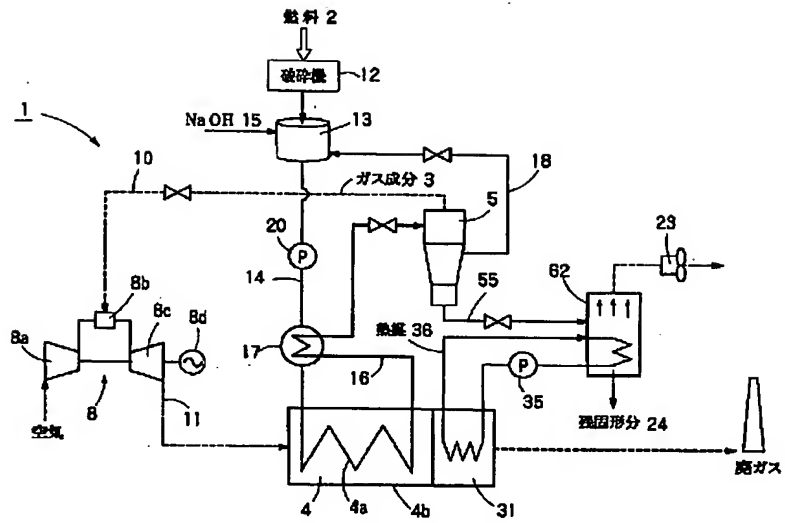
【図 1】



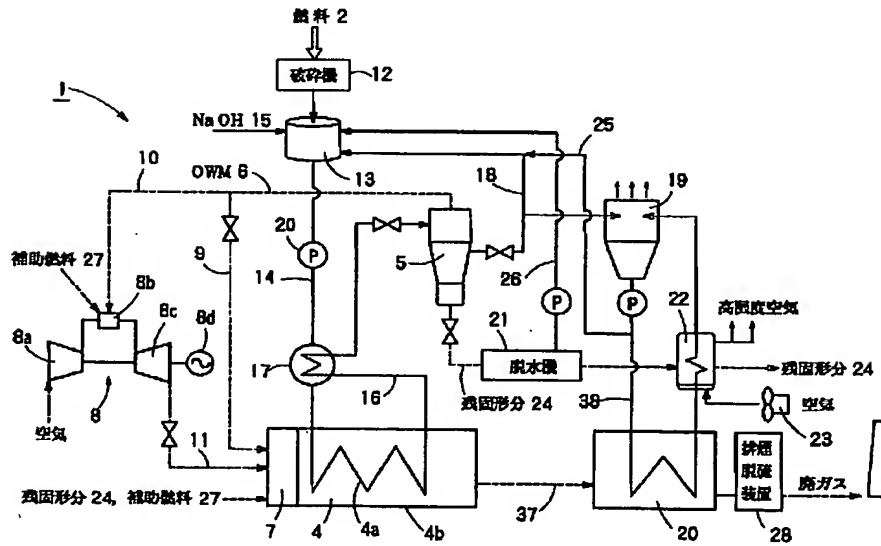
【図 2】



【図 3】

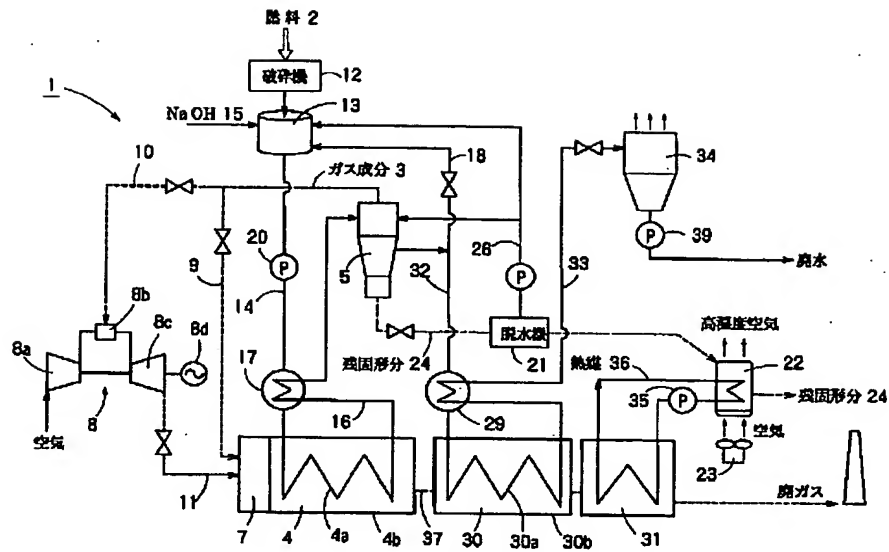


【図 4】

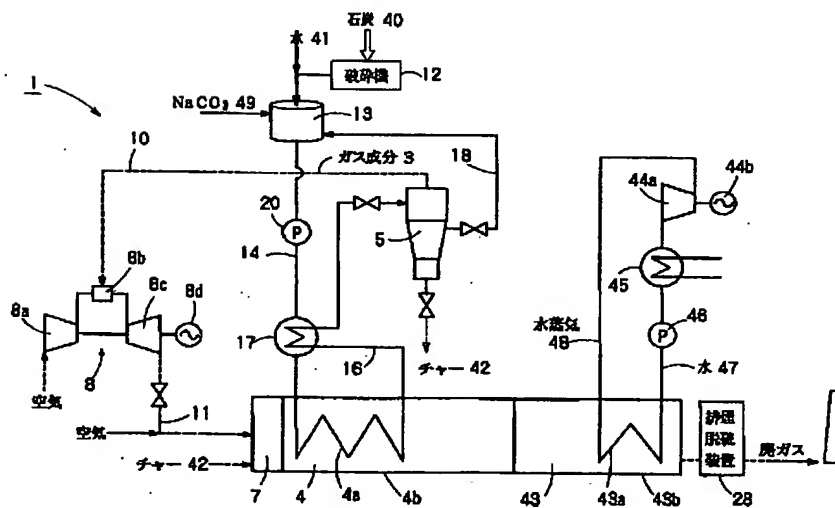




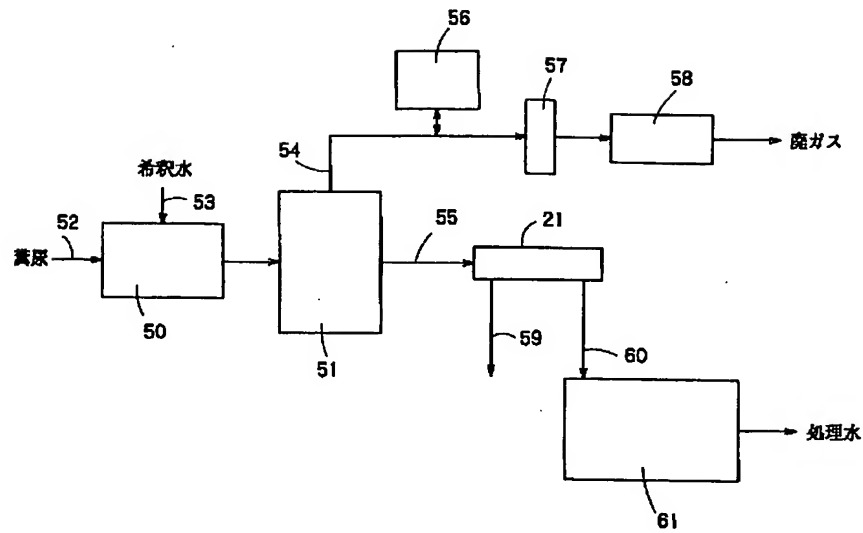
【図 5】



【図 6】



【図 7】




---

フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
// B09B 3/00

識別記号

F I  
B09B 3/00

302 G

テーマコード (参考)

(72) 発明者 出 健 志  
神奈川県川崎市川崎区浮島町 2 番 1 号 株  
式会社東芝浜川崎工場内

(72) 発明者 小野田 裕 子  
神奈川県川崎市川崎区浮島町 2 番 1 号 株  
式会社東芝浜川崎工場内

F ターム (参考) 4D004 AA02 AA03 AA04 AA07 BA03  
CA04 CA13 CA27 CA39 CA42  
CC09 CC12 DA02 DA06 DA07